

B03067



日 本 国 特 許 庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office

出 願 年 月 日

Date of Application:

2002年10月25日

出 願 番 号

Application Number:

特願2002-311590

[ST.10/C]:

[JP 2002-311590]

出 願 人

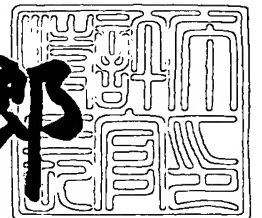
Applicant(s):

沖電気工業株式会社

2003年 6月27日

特 許 庁 長 官
Commissioner,
Japan Patent Office

太田信一郎



出証番号 出証特2003-3051009



【書類名】 特許願

【整理番号】 KT000437

【提出日】 平成14年10月25日

【あて先】 特許庁長官 太田 信一郎 殿

【国際特許分類】 H01S 5/00

【発明者】

 【住所又は居所】 東京都港区虎ノ門1丁目7番12号 沖電気工業株式会社
社内

 【氏名】 鈴木 貴人

【特許出願人】

 【識別番号】 000000295

 【氏名又は名称】 沖電気工業株式会社

【代理人】

 【識別番号】 100095957

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 亀谷 美明

 【電話番号】 03-5919-3808

【選任した代理人】

 【識別番号】 100096389

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 金本 哲男

 【電話番号】 03-3226-6631

【選任した代理人】

 【識別番号】 100101557

 【弁理士】

 【氏名又は名称】 萩原 康司

 【電話番号】 03-3226-6631

【手数料の表示】

 【予納台帳番号】 040224

【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

【物件名】 明細書 1

【物件名】 図面 1

【物件名】 要約書 1

【包括委任状番号】 9707549

【包括委任状番号】 9707550

【包括委任状番号】 9707551

【ブルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 光半導体素子

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 下側クラッド層の主表面に順次積層された、活性層、上側クラッド層からなる半導体レーザと、

前記下側クラッド層の主表面に順次積層された、光吸収層、前記上側クラッド層からなる電解吸収型光変調器と、

前記下側クラッド層の主表面に順次積層された、導波路層、前記上側クラッド層からなる分離領域とを備え、

前記分離領域は、前記半導体レーザと前記光変調器に挟まれており、

前記上側クラッド層は、前記半導体レーザから前記分離領域を介して前記光変調器まで延在している光半導体素子であり、

前記半導体レーザ、前記光変調器、前記分離領域は、それぞれ互いに略平行な側面を有し、

前記上側クラッド層は、前記分離領域において、前記分離領域の前記側面に達していることを特徴とする光半導体素子。

【請求項 2】 前記上側クラッド層の上面にコンタクト層を有し、前記半導体レーザ及び前記光変調器において、それぞれ前記コンタクト層に上部電極が形成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光半導体素子。

【請求項 3】 前記下側クラッド層の裏面には、前記半導体レーザと前記光変調器に共通の下部電極が形成されていることを特徴とする請求項 1 または 2 のいずれかに記載の光半導体素子。

【請求項 4】 前記分離領域を除いて、前記上側クラッド層は、前記上側クラッド層自体を除去してなるチャンネルに挟まれていることを特徴とする請求項 1、2 または 3 のいずれかに記載の光半導体素子。

【請求項 5】 前記チャンネルは、前記分離領域において、前記側面に達していることを特徴とする請求項 1、2、3 または 4 のいずれかに記載の光半導体素子。

【請求項 6】 前記上側クラッド層は、前記半導体レーザの前記側面から前

記分離領域の前記側面を介して前記光変調器の前記側面まで延在していることを特徴とする請求項 1, 2, 3 または 4 のいずれかに記載の光半導体素子。

【請求項 7】 前記分離領域において、前記コンタクト層が除去されていることを特徴とする請求項 1, 2, 3, 4 または 5 のいずれかに記載の光半導体素子。

【請求項 8】 前記分離領域において、前記コンタクト層が高抵抗化されていることを特徴とする請求項 1, 2, 3, 4 または 5 のいずれかに記載の光半導体素子。

【請求項 9】 前記高抵抗化は、イオン注入によってなされていることを特徴とする請求項 8 に記載の光半導体素子。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光通信システムや光情報処理システムに用いる、電界吸収型半導体光変調器と半導体レーザなどの光機能素子とを集積化した素子に関するものである。

【0002】

【従来の技術】

電界吸収型半導体光変調器 (E A : E l e c t r o - A b s o r p t i o n M o d u l a t o r) と分布帰還形 (D F B : D i s t r i b u t e d F e e d B a c k) 半導体レーザとを集積した素子 (以降 E A - D F B または E A - L D とする) は、高速電気信号を光信号に変換する素子である。

【0003】

具体的には、D F B レーザに電流を注入して C W (C o n t i n u o u s W a v e : 半導体レーザの連続発振状態) 光を発振させた状態で、D F B レーザと E A 変調器を結合するバットジョイント部を介して E A 変調器に C W 光を入射させる。バットジョイント部は D F B レーザの光を発する活性層と E A 変調器の半導体光吸収層の界面のことである。E A 変調器には、電界を加えると半導体のバンド構造が変化し、光の吸収量が変化する電界吸収効果があり、E A 変調器に逆

バイアス電圧を加えると吸収量が増加し光は透過しなくなる。従って、電圧を加えない場合は光は透過し（オン状態）、負の電圧を加えると光は遮断される（オフ状態）ことになり、光が変調される。このように半導体光吸収層に外部から電圧を印加して光の吸収率を変化させることを利用して電気信号を光信号に変換するものである。

【 0 0 0 4 】

図 4 に従来 of E A - D F B の構造を模式的に示し、図 5 に概略斜視図を示した。1 つの基板上に D F B レーザ (L D) 4 1 と E A 4 2 とが形成され、 L D 4 1 の上部電極 4 6 と E A 4 2 の上部電極 4 8 とに挟まれた領域が分離領域 4 3 である。 L D 4 1 においては基板 5 2 上に下側クラッド層 5 3、活性層 5 4、上側クラッド層（図示せず）、電極とのコンタクトを取るオーミックコンタクト層（図示せず）が順次形成されており、 E A 4 2 においては基板 5 2 上に下側クラッド層 5 3、光吸収層 5 6、上側クラッド層、オーミックコンタクト層が順次形成されている。また、分離領域 4 3 は、基板 5 2 上に下側クラッド層 5 3、導波路層 5 5、上側クラッド層、オーミックコンタクト層が順次形成されている。 L D 4 1 と E A 4 2 との両脇に、エッチングされたチャネル 4 9 部分を有した、リッジ構造である。

【 0 0 0 5 】

L D 4 1 の上部電極 4 6 と下部電極 4 7 の間に順バイアス電圧を印加して C W 光を活性層 4 4 より発振させる。そして E A 4 2 の上部電極 4 8 と下部電極 4 7 の間に逆バイアス電圧を印加して吸収層 4 5 での光の吸収量を変化させることにより変調を行う。また図 5 の上部電極 4 8 パッド下のコンタクト層をエッチングしているのは、パッド電極の電気容量が増加することにより周波数特性が悪化することを防ぐためである。

【 0 0 0 6 】

しかし、この構造では入力光パワーが大きいとき、最も光吸収量が多い E A 入射端付近において、光を吸収したことによる発熱で素子に悪影響を与えるため、強い光を入力できないという欠点があった。その問題を解決する構造として、特許文献により図 6 の概略斜視図に示した構造が提案されている。

【0007】

図5に示す従来例と同様に、1つの基板上にLD61とEA62とが形成され、LD61の上部電極66とEA62の上部電極68とに挟まれた領域が分離領域63である。LD61においては基板72上に下側クラッド層73、活性層74、上側クラッド層（図示せず）、電極とのコンタクトを取るオーミックコンタクト層（図示せず）が順次形成されており、EA62においては基板72上に下側クラッド層73、光吸収層76、上側クラッド層、オーミックコンタクト層が順次形成されている。また、分離領域63は、基板52上に下側クラッド層53、導波路層75、上側クラッド層、オーミックコンタクト層が順次形成されている。また、LD61とEA62との両脇に、エッチングされたチャネル79を有している。

【0008】

ただし本構造は、図6に示すようにEA-DFBにおけるEA62の入射端付近をチャネル79を狭めるように（分離領域63をふくらませるように）上側クラッド層が広がった領域64を設けている。これにより、最も温度上昇が大きいと考えられるEA62の入射端付近の放熱性を改善して、より強い光を入力可能としたものである。

【0009】

【特許文献1】

特開2001-117058号公報

【0010】

【発明が解決しようとする課題】

ところが上記構造には、問題点がある。EA-DFBでは、EAとDFBが電氣的に完全に分離されていないため、LDに順バイアス+1.2V印加した状態でEAに逆バイアス-3V印加したとき、EAとLDを分離する領域において電界強度が大きくなってしまい、これによって分離領域部で生成されるフォトリントによる発熱はEAの入射端付近に上側クラッド層が広がった領域を設けた構造では効率よく放熱されなかった。

【0011】

上記のEA-DFBの発熱原理についての説明図を図7に示した。LD61の上部電極66と下部電極67の間に順バイアス電圧+1.2Vを印加してCW光を活性層64より発振させ、EA62の上部電極68と下部電極67の間に逆バイアス電圧-3Vを印加して吸収層65での光の吸収量を変化させるのであるが、上部電極66と下部電極67の間に順バイアス電圧、上部電極68と下部電極67の間に逆バイアス電圧を印加すると、上部電極66と上部電極68の間に高電圧がかかってしまい、分離領域63において光吸収69が起こり、発熱も分離領域63が多くなる。

【0012】

それについて、シミュレーションした結果を、図8に示す。LD、分離領域、EAの位置に対して、光吸収が起こったことによるフォトカレントを表しているが、これを見てわかるように、分離領域でのフォトカレントが最も高くなっている。つまり分離領域での発熱が最も大きいことがわかる。

【0013】

またこのEA-DFBでは、スラブがEAのパッド電極の下に入り込んでしまっているために、パッド電極全体の電気容量が大きくなってしまい、周波数特性が悪くなってしまう問題があった。

【0014】

本発明は、従来のEA-DFB光半導体素子に関する上記問題点に鑑みてなされたものであり、本発明の目的は、分離領域でのフォトカレントによる発熱を効率的に放熱して、より強い光を入力可能にするとともに、パッド電極全体の電気容量が大きくなって周波数特性が悪化することのない、新規かつ改良された光半導体素子を提供することである。

【0015】

【課題を解決するための手段】

上記課題を解決するため、本発明の第1の観点によれば、下側クラッド層の主表面に順次積層された、活性層、上側クラッド層からなる半導体レーザと下側クラッド層の主表面に順次積層された、光吸収層、上側クラッド層からなる電解吸

収型光変調器と、下側クラッド層の主表面に順次積層された、導波路層、上側クラッド層からなる分離領域とを備え、分離領域は、半導体レーザと光変調器に挟まれており、上側クラッド層は、半導体レーザから分離領域を介して光変調器まで延在している光半導体素子であり、半導体レーザ、光変調器、分離領域は、それぞれ互いに略平行な側面を有し、上側クラッド層は、分離領域において、分離領域の側面に達していることを特徴とする光半導体素子が提供される。また、上側クラッド層の上面にはコンタクト層を有し、半導体レーザ及び光変調器において、それぞれコンタクト層に上部電極が形成されており、下側クラッド層の裏面には、半導体レーザと光変調器に共通の下部電極が形成されている構造を有している。さらに、分離領域を除いて、上側クラッド層は、上側クラッド層自体を除去してなるチャンネルに挟まれており、チャンネルは、分離領域において、側面に達していることを特徴としている。ここで分離領域において分離領域の側面に達している上側クラッド層は、光を吸収したことにより発生する熱を放熱する効果を有しており、以降スラブと呼ぶ。

【 0 0 1 6 】

こうして、E A入射端でなく、スラブを分離領域の側面に達する素子端まで伸ばして形成することにより、素子の放熱性を改善してより強い光を入力可能にすることができる。ここで、チャンネルが分離領域において側面に達しており、スラブ両脇の上側クラッド層が除去され、上部電極下に上側クラッド層のない構造にすることにより、パッド電極の電気容量が増大するのを防ぐことができ、周波数特性が良好になる。

【 0 0 1 7 】

また、上側クラッド層は、半導体レーザの側面から分離領域の側面を介して光変調器の側面まで延在している構造にすることもできる。つまり、スラブがチャンネル外側の上側クラッド層に接合されていることにより、放熱性はさらに改善されるので、より強い光を入力することが可能となる。

【 0 0 1 8 】

さらに、分離領域において、コンタクト層が除去されている構造、或いは分離領域において、コンタクト層がイオン注入によって高抵抗化されている構造にす

ることにもできる。分離領域とスラブ形成領域の上側クラッド層の上層である高濃度のコンタクト層をエッチングまたは、高抵抗化することにより、上部電極パッドの電気容量の増加を防ぎ、周波数特性を改善できるので、変調帯域を広帯域化したい場合に、非常に有効である。

【 0 0 1 9 】

【発明の実施の形態】

以下に添付図面を参照しながら、本発明にかかる光半導体素子の好適な実施の形態について詳細に説明する。なお、本明細書及び図面において、実質的に同一の機能構成を有する構成要素については、同一の符号を付することにより重複説明を省略する。

【 0 0 2 0 】

（第 1 の実施の形態）

第 1 の実施の形態について、図 1 に光半導体素子 1，EA-DFB の構造を示す。図 1（a）は概略の斜視図であり，（b）は分離領域部分を拡大した上面図である。1つの基板 2 上に DFB レーザ（LD）11 と EA 12 とが形成され，LD 11 の上部電極 16 と EA 12 の上部電極 18 とに挟まれた領域が分離領域 13 である。LD 11 においては基板 2 上に下側クラッド層 3，活性層 4，上側クラッド層（図示せず），電極とのコンタクトを取るオーミックコンタクト層（図示せず）が順次形成されており，EA 12 においては基板 2 上に下側クラッド層 3，光吸収層 6，上側クラッド層，オーミックコンタクト層が順次形成されている。また，分離領域 13 は，基板 2 上に下側クラッド層 3，導波路層 5，上側クラッド層，オーミックコンタクト層が順次形成されている。

【 0 0 2 1 】

本実施の形態での層構造については，従来技術と同様であり詳細な説明は省略するが，下側クラッド層 3 には n 型のインジウムリン（InP），LD の活性層 4 と EA の光吸収層 6 にはインジウムガリウムヒ素リン（InGaAsP），上側クラッド層には p 型のインジウムリン（InP）を用いている。また，LD 11 と EA 12 との両脇に上側クラッド層の除去されたチャネル 10 が形成されている。分離領域 13 において素子端まで伸びた上側クラッド層がスラブ 14 であ

る。

【 0 0 2 2 】

放熱性を向上させるために、E A - D F BにおけるE Aの入射端付近にスラブを設けるのではなく、最も発熱量が多いと考えられるE AとL Dを分離する分離領域1 3にスラブ1 4を形成して、熱の流れ1 9ができるように素子端にまで伸ばしている。そして上部電極1 8の電気容量を低減するために、スラブ1 4の両脇は上側クラッド層を除去して、周波数特性の低下を防いでいる。

【 0 0 2 3 】

動作原理は従来技術と実質的に同様であり、上部電極1 6と下部電極1 7の間に順バイアス電圧をかけることによりL Dに電流を注入しC W光を発振させ、上部電極1 8と下部電極1 7の間に逆バイアス電圧を印加して光の吸収量を変化させることにより、変調を行うものである。

【 0 0 2 4 】

スラブをE Aの入射端付近に設けるのではなく、最も発熱量が大きな分離領域部に設けることにより、放熱性を改善し、より強い光を入力可能にする。またこのようにスラブの位置をパッド電極の下から外し、さらにスラブの両脇の上側クラッド層を素子端まで除去してあることにより、パッド電極が感じる電気容量が低減し、周波数特性の低下を改善することが可能となる。

【 0 0 2 5 】

(第2の実施の形態)

図2に第2の実施の形態によるE A - D F Bの分離領域部分を拡大した上面図を示す。L D 2 1とE A 2 2と、L D 2 1とE A 2 2に挟まれて分離領域2 3が形成されている。第1の実施の形態と同様に分離領域2 3にスラブ2 4を形成するが、第1の実施の形態とは異なり、熱の流れ2 9を更に良くして放熱効率をさらに向上させるためにスラブをチャンネル2 5の外側の上側クラッド層に接合していることを特徴とする構造である。

【 0 0 2 6 】

動作原理は上記従来技術と実質的に同様であり、上部電極と下部電極の間に順バイアス電圧をかけることによりL Dに電流を注入しC W光を発振させ、上部電

極と下部電極の間に逆バイアス電圧を印加して光の吸収量を変化させることにより、変調を行うものである。

【 0 0 2 7 】

この構造による効果は、第 1 の実施の形態と比較してパッド電極の電気容量は大きくなることにより周波数特性は低下するが、スラブが両チャネル外側領域と接合している分、放熱性が良好になり、より強い光を入力可能にする。

【 0 0 2 8 】

（第 3 の実施の形態）

図 3 に第 3 の実施の形態による E A - D F B の分離領域部分を拡大した上面図を示す。L D 3 1 と E A 3 2 と、L D 3 1 と E A 3 2 に挟まれて分離領域 3 3 が形成されている。第 1 の実施の形態と同様に、分離領域 3 3 にスラブ 3 4 を形成するのであるが、分離領域 3 3 とスラブ 3 4 との上側クラッド層上層に形成されているコンタクト層（図 3 のハッチング部分）を除去することにより、パッド電極の電気容量を低減させる構造である。 【 0 0 2 9 】

動作原理は従来技術と実質的に同様であり、上部電極と下部電極の間に順バイアス電圧をかけることにより L D に電流を注入し C W 光を発振させ、上部電極と下部電極の間に逆バイアス電圧を印加して光の吸収量を変化させることにより、変調を行うものである。

【 0 0 3 0 】

第 3 の実施の形態における効果は、第 1 の実施の形態による効果に加えて、パッド電極の電気容量を低減していることにより、周波数特性を向上させて変調帯域を広帯域化することが可能となる。

【 0 0 3 1 】

（第 4 の実施の形態）

第 4 の実施の形態による E A - D F B 構造は、第 3 の実施の形態での分離領域とスラブとの上側クラッド層上層に形成されているコンタクト層（図 3 のハッチング部分）を除去するのではなく、その領域を高抵抗化してパッド電極が感じる電気容量を低減させた構造である。例えば、亜鉛（Z n）ドーピング P 型インジウムリン（I n P）のコンタクト層に、プロトン（H⁺）のイオン注入を行う方法が

ある。

【 0 0 3 2 】

動作原理は従来構造と全く変わらず、上部電極と下部電極の間に順バイアス電圧をかけることによりLDに電流を注入しCW光を発振させ、上部電極と下部電極の間に逆バイアス電圧を印加して光の吸収量を変化させることにより、変調を行うものである。

【 0 0 3 3 】

第4の実施の形態における効果は、第3の実施の形態による効果と同様に、パッド電極の電気容量を低減していることにより、周波数特性を向上させて変調帯域を広帯域化することが可能となる。

【 0 0 3 4 】

以上、添付図面を参照しながら本発明にかかる光半導体素子の好適な実施形態について説明したが、本発明はかかる例に限定されない。当業者であれば、特許請求の範囲に記載された技術的思想の範疇内において各種の変更例または修正例に想到し得ることは明らかであり、それらについても当然に本発明の技術的範囲に属するものと了解される。

【 0 0 3 5 】

【発明の効果】

以上説明したように本発明によれば、EAとDFBレーザが集積された光半導体素子において、EA入射端でなく、分離領域にスラブを形成することにより、素子の放熱性を改善して入力光パワーの向上が可能となる。また、パッド電極下にはスラブが形成されない構造にすることにより、パッド電極の電気容量の増加を防ぐことができ、周波数特性が改善され、変調帯域を広帯域化することができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】

第1の実施の形態にかかるEA-DFBの(a)は概略斜視図であり、(b)は拡大平面図である。

【図2】

第 2 の実施の形態にかかる E A - D F B の分離領域近傍の平面図である。

【図 3】

第 3 , 第 4 の実施の形態にかかる E A - D F B の分離領域近傍の平面図である。

【図 4】

従来技術による E A - D F B の電氣的模式を図示した説明図である。

【図 5】

従来技術による E A - D F B の概略斜視図である。

【図 6】

特開 2 0 0 1 - 1 1 7 0 5 8 で提案されている E A - D F B の概略斜視図である。

【図 7】

上記特開 2 0 0 1 - 1 1 7 0 5 8 で提案されている E A - D F B の発熱原理について図示した説明図である。

【図 8】

E A - D F B の光吸収に起因するフォトカレントを表すシミュレーション結果を示す。

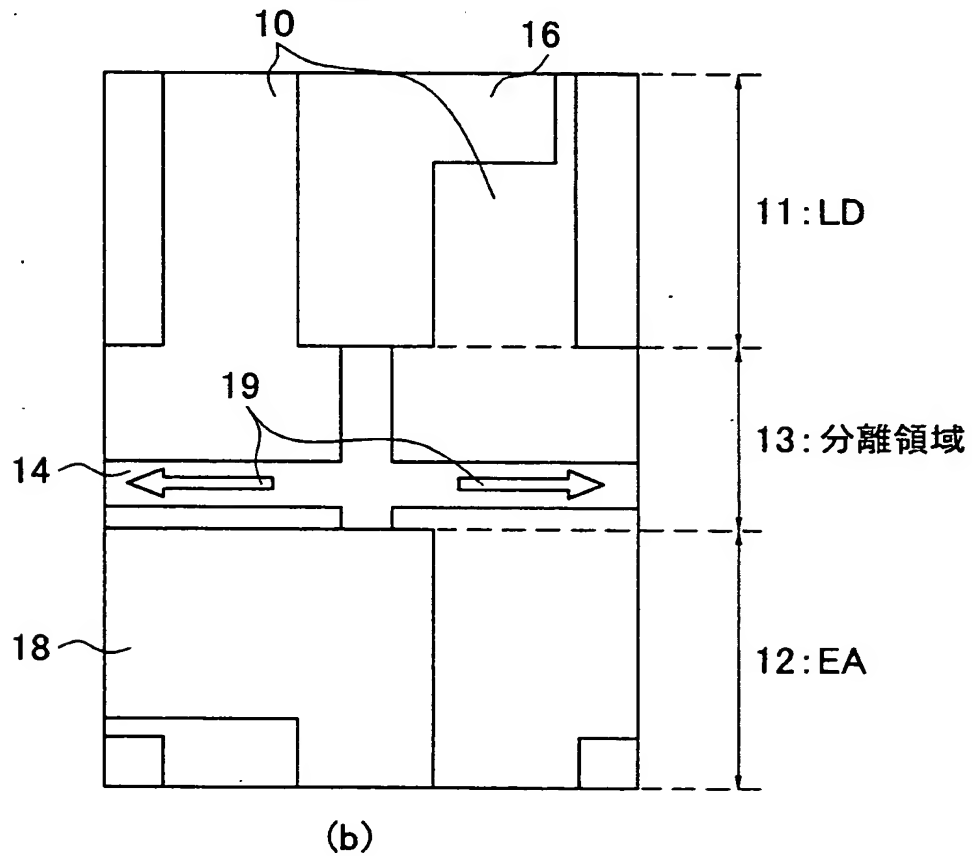
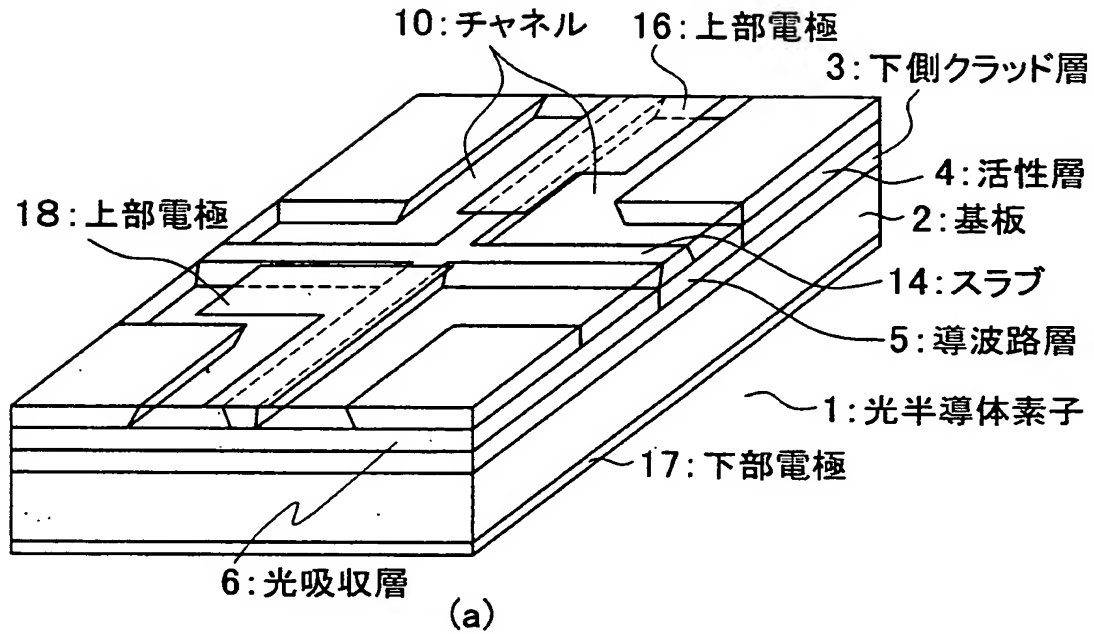
【符号の説明】

- 1 光半導体素子
- 2 基板
- 3 下側クラッド層
- 4 活性層
- 5 導波路層
- 6 光吸収層
- 1 0 チャンネル
- 1 1 L D
- 1 2 E A
- 1 3 分離領域
- 1 4 スラブ

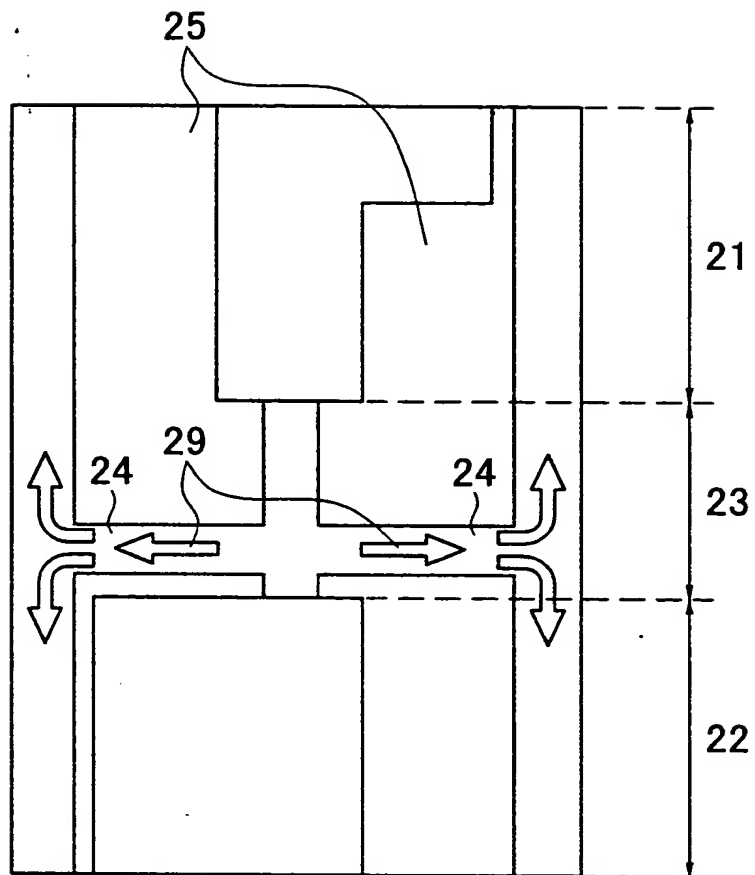
- 1 6 上部電極
- 1 7 下部電極
- 1 8 上部電極
- 1 9 熱の流れ

【書類名】 図面

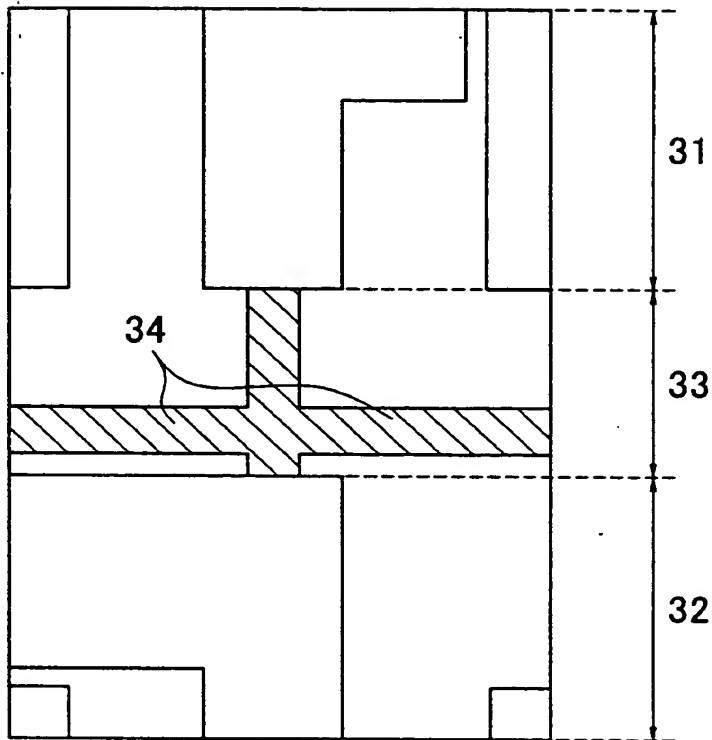
【図 1】



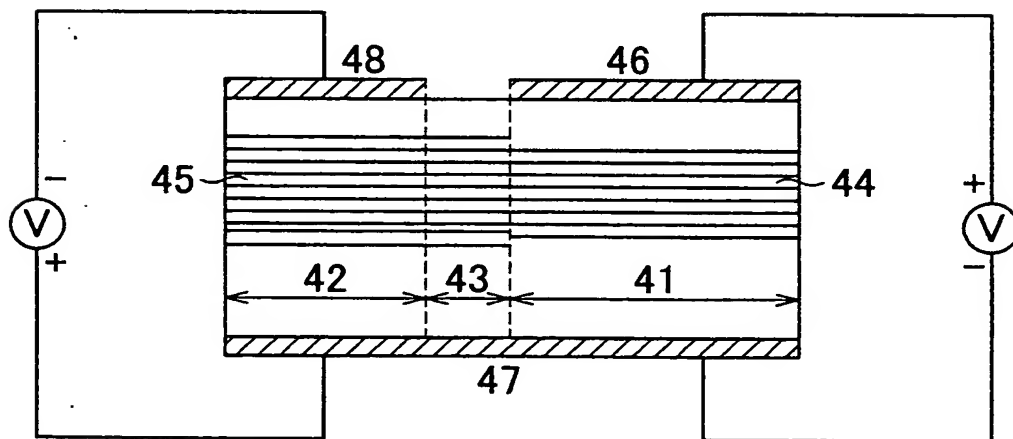
【図 2】



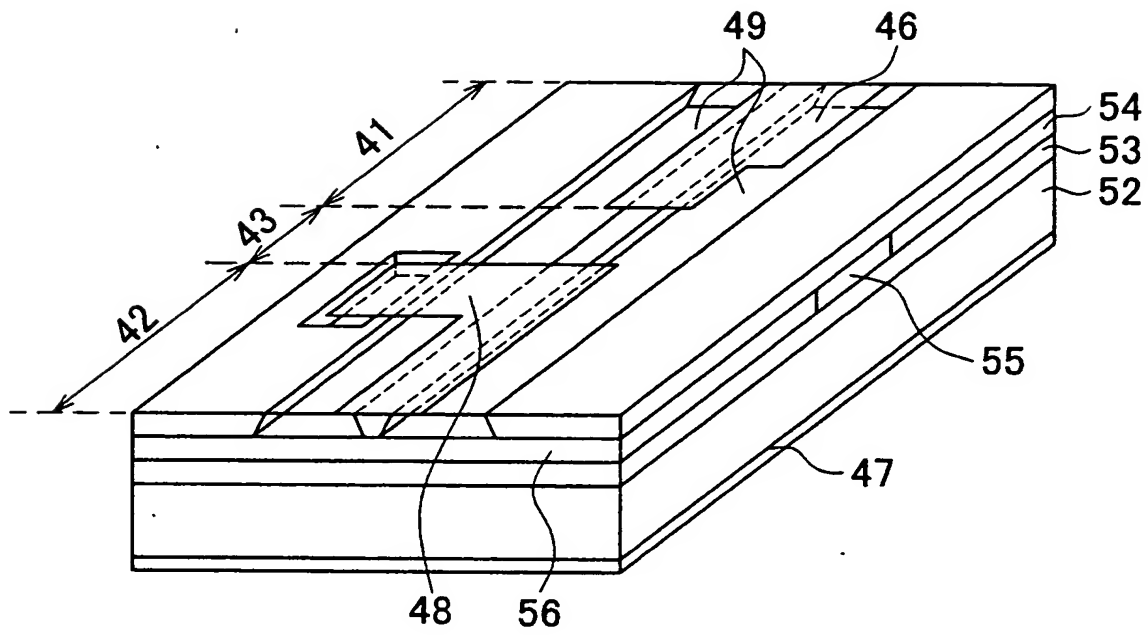
【図 3】



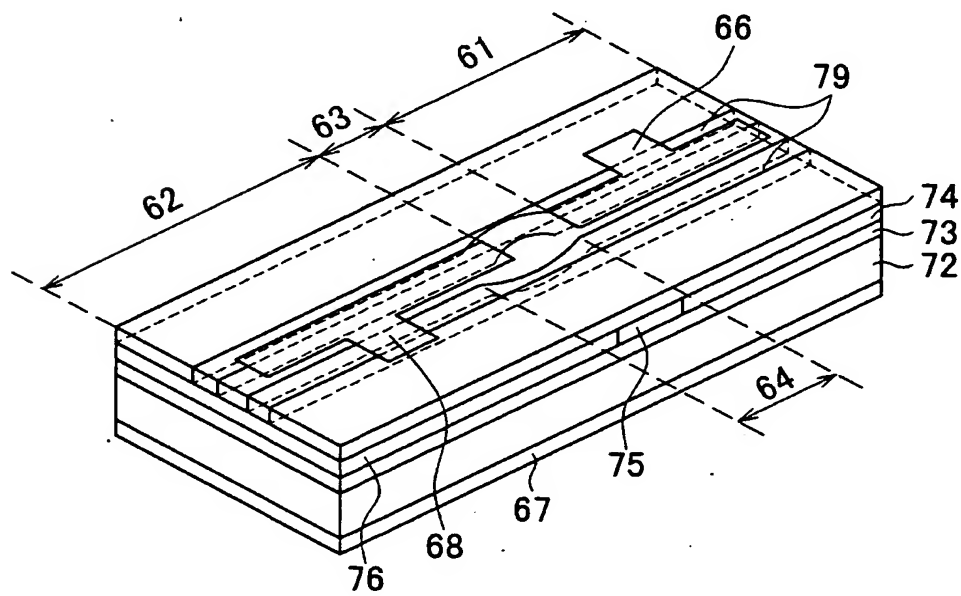
【図 4】



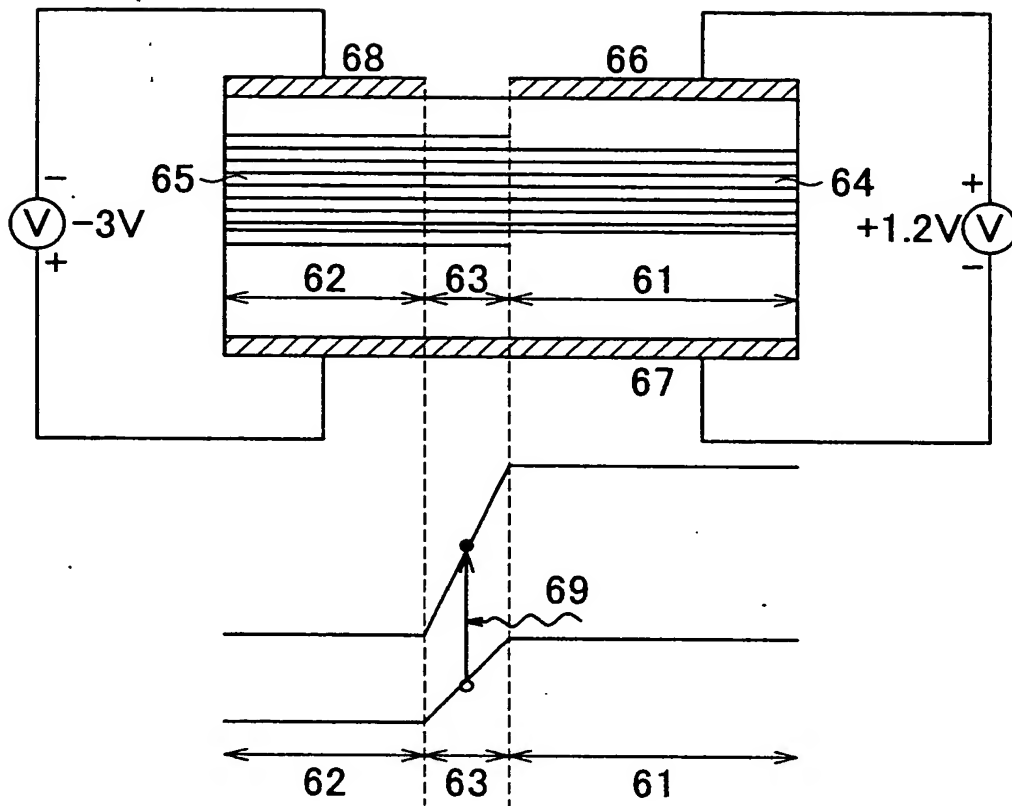
【図 5】



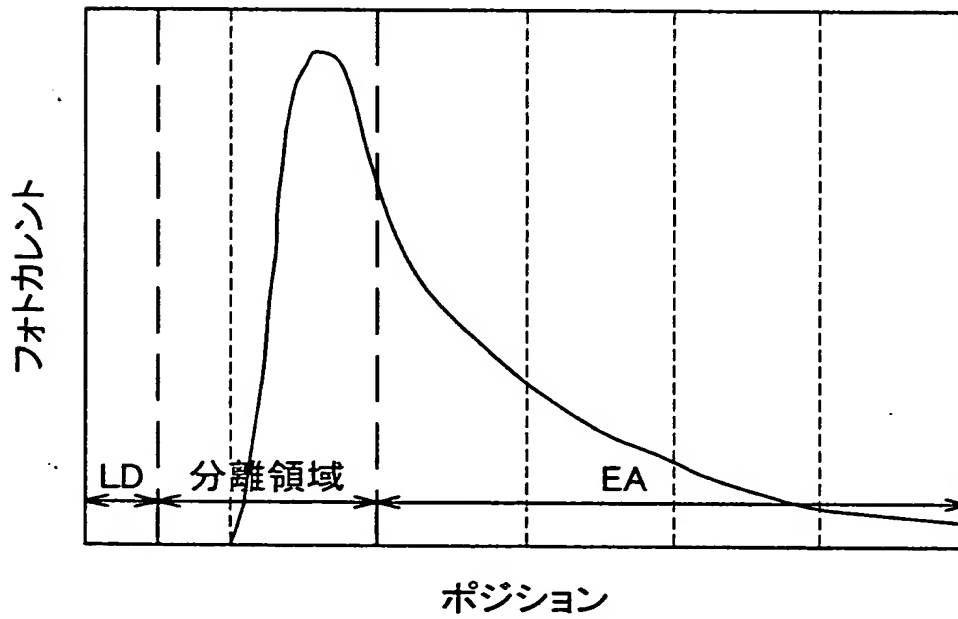
【図 6】



【図 7】



【図 8】



【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 フォトカレントによる発熱を効率的に放熱し、より強い光を入力可能にするとともに、パッド電極全体の容量の増加を防ぎ周波数特性の良好な光半導体素子を得る。

【解決手段】 下側クラッド層の主表面に順次積層された、活性層 4、上側クラッド層からなる半導体レーザ 1 1 と、順次積層された光吸収層 6、上側クラッド層からなる電解吸収型光変調器 1 2 と、順次積層された導波路層 5、上側クラッド層からなる分離領域 1 3 とを備え、分離領域 1 3 は、半導体レーザ 1 1 と光変調器 1 2 に挟まれており、上側クラッド層は、半導体レーザ 1 1 から分離領域 1 3 を介して光変調器 1 2 まで延在しており、半導体レーザ 1 1、光変調器 1 2、分離領域 1 3 は、それぞれ互いに略平行な側面を有し、上側クラッド層は、分離領域 1 3 において、分離領域 1 3 の側面に達していることを特徴とする光半導体素子が提供される。

【選択図】 図 1

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号 [000000295]

1. 変更年月日	1990年 8月22日
[変更理由]	新規登録
住 所	東京都港区虎ノ門1丁目7番12号
氏 名	沖電気工業株式会社